

FOREIGN MATTER INSPECTING DEVICE

(1)

Publication number: JP4127152

Publication date: 1992-04-28

Inventor: SHISHIDO HIROAKI; NOGUCHI MINORU

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- International: G01N21/47; G01N21/956; G03F1/08; H01L21/027;
H01L21/66; H01L21/66; G01N21/47; G01N21/88;
G03F1/08; H01L21/02; H01L21/66; H01L21/66; (IPC1-
7): G01N21/47; G03F1/08; H01L21/027; H01L21/66

- European:

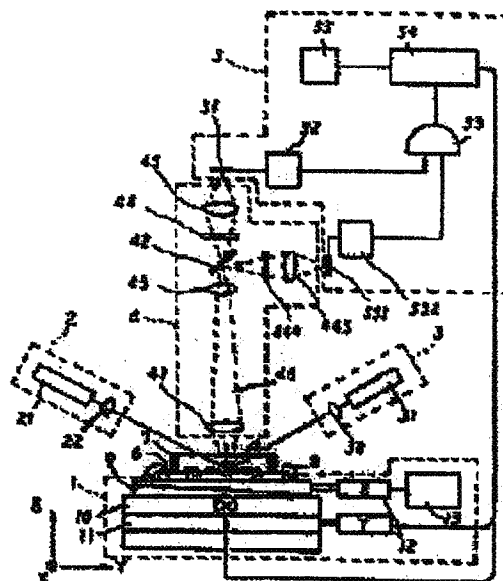
Application number: JP19900247097 19900919

Priority number(s): JP19900247097 19900919

Report a data error here

Abstract of JP4127152

PURPOSE: To easily separate and detect a foreign matter of a submicron order on a circuit pattern by an easy constitution by binarizing scattered light and diffracted light which are generated on the same position on the circuit pattern by the irradiation of plural illuminating system through a space filter, calculating and displaying. **CONSTITUTION:** The circuit pattern of a substrate placed on an inspection stage part 1 is irradiated from respective oblique directions with two independent illuminating systems 23 arranged opposite to each other, and the beams of the scattered light and the diffracted light are respectively separated into the irradiating directions. The diffracted light from the linear part of the circuit pattern is shielded and eliminated by the space filters 44 and 444 arranged on each Fourier transform surface after separating, thereafter, a reverse Fourier transform image is formed and each image formed on each of detecting devices 51 and 531 separately used for the illuminating systems 2 and 3 are binarized by 1st and 2nd binarization circuits 52 and 552, and then, calculated by an AND circuit 53 so as to be displayed by a display means 55. Thus, the foreign matter of the submicron order on the circuit pattern can be separated from the circuit pattern.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A) 平4-127152

⑤ Int. Cl.⁵

G 03 F 1/08
G 01 N 21/47
H 01 L 21/027
21/66

識別記号

庁内整理番号

S 7369-2H
A 7529-2J
J 7013-4M
7352-4M

⑬ 公開 平成4年(1992)4月28日

H 01 L 21/30 3 0 1 V
審査請求 未請求 請求項の数 1 (全17頁)

⑭ 発明の名称 異物検査装置

⑯ 特 願 平2-247097

⑰ 出 願 平2(1990)9月19日

⑱ 発 明 者 矢 戸 弘 明 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 野 口 稔 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

1. 本発明は、レチクルやホトマスク等（以下レチクル等という）の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

2. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

3. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

4. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

5. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

6. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

7. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

8. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

9. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

10. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

11. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

12. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

13. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

14. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

15. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

16. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

17. 本発明は、前記レチクル等の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、レチクルやホトマスク等（以下レチクル等という）の回路パターン上に付着した異物を検出する異物検査装置に係り、特に、サブミクロンオーダーの微細な異物を、簡単な構成でウェハ上に転写する前に行なわれる前記レチクルおよびマスク上の異物を検出するレチクル検査方法およびその装置に関する。

〔従来の技術〕

L S I 或いはプリント基板などを製造するのに使用されるレチクル等の露光工程において、レチクル等の回路パターンはウェハ上に焼付転写する前に検査されるが、該回路パターン上にたとえばミクロンオーダーの微小異物が存在している場合においても、該異物により前記回路パターンがウェハ上に正常に転写しないことから、L S I チップ全数が不良になる問題がある。この問題点は、最近のL S I の高集積化に伴い一層顕在化し、より微小のサブミクロンオーダーの異物の存在も許容

その1は、直線偏光レーザと、特定の入射角度で該レーザ光を斜めから照射する手段と、鑑光板およびレンズを用いた斜方結像光学系を特徴とする異物検査装置（例えば、特開昭54-101380）で、直線偏光を照射した際、回路パターンからの回折光と異物からの散乱光では、光の偏光方向が異なることを利用し、異物だけを輝かせて

〔発明が解決しようとする課題〕

[illegible]

また、検出すべき異物サイズdは、レチクルの最小寸法の1/4程度とされているため、レチク

[illegible][illegible]

けは検出できることになり、異物は見逃しとはならない。

第23図において、 $NA = \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$

(n : 光路の屈折率、空気では $n \approx 1$) で検出され、対物レンズ41のNAは求められ、

$$NA = 1 \cdot \sin\left(\frac{5.2^\circ}{2}\right) = 0.44 \text{ となる。}$$

よって、おおむね0.44より大きなNAを持つ検出系により異物からの散乱光を見逃しなく検出できる。

この場合、NAが大きい程検出に余裕が出来、またレーリー領域の異物の検出にも都合が良くなる。

逆に $NA \geq 0.44$ を満たさない場合でも $NA = 0.4$ 程度ならば、回折光にある程度の線があるため、実用上は異物の検出は可能である。

そこで本発明では、粒子のにより初めてN. A. が0.4以上の高開口数の検出光学系を用いた異物検出が可能となり、これらの検出見逃しが低減できる。

本発明は、レチクル等の回路パターンが縦・横

に載置した基板の回路パターンを、 180° 方向をずらして対向位置に配置した独立した光源を有する第1および第2の照明系によりそれぞれ斜方から入射角 i で照射すると、該照射で回路パターンの同一位置に発生した散乱光および回折光は、前記検出光学系により集光されて照射方向別に光線分離され、分離後の各フーリエ変換面上に配置した空間フィルタにより回路パターンの直線部分からの回折光を遮光して除去し、逆フーリエ変換像が作成されて照明系別の各検出器上に結像して検出される。各検出器の出力は、しきい値を設定した前記信号処理系における第1および第2の2値化回路によりそれぞれ2値化され、論理積回路により該2値化出力の論理積がとられる。この論理積をとることにより前記回路パターン上のサブミクロンオーダーの異物が回路パターンから分離して検出され、異物のみを検出することが可能になる。

【実施例】

以下本発明の一実施例の構成を第1図を参照し

図1は、本発明の一実施例の構成を示す概略図である。図1に示すように、被検体10は、回路パターン11が形成された基板12上に配置されている。照明系13は、光源14から出た光をレンズ15、16を介して被検体10に照射する。照明系13は、第1照明系13aと第2照明系13bとに分けられ、それぞれ異なる角度から被検体10を照射する。検出系17は、被検体10から出た光をレンズ18、19を介して検出器20に集光する。検出器20は、第1検出器20aと第2検出器20bとに分けられ、それぞれ異なる角度から光を検出する。信号処理系21は、検出器20からの出力信号を処理し、異物の検出を行う。図2は、被検体10の回路パターン11の拡大図である。図2に示すように、回路パターン11は、直線部分11aと曲線部分11bとに分けられ、直線部分11aは、回折光を発生させる。図3は、照明系13の光路図である。図3に示すように、照明系13は、光源14から出た光をレンズ15、16を介して被検体10に照射する。図4は、検出系17の光路図である。図4に示すように、検出系17は、被検体10から出た光をレンズ18、19を介して検出器20に集光する。図5は、信号処理系21の構成図である。図5に示すように、信号処理系21は、検出器20からの出力信号を処理し、異物の検出を行う。

て、被検体10の回路パターン11の直線部分11aは、回折光を発生させる。照明系13の光路図は、図3に示すように、光源14から出た光をレンズ15、16を介して被検体10に照射する。検出系17の光路図は、図4に示すように、被検体10から出た光をレンズ18、19を介して検出器20に集光する。信号処理系21の構成図は、図5に示すように、検出器20からの出力信号を処理し、異物の検出を行う。

図の秒 3 よ、能等 ノ、同査 間 て移
1 ク回 送 0 15 秒 び ス 回 状 6 時 中 2
千 級 送 6 う ー 秒 査 つ、 の 8 模 0 秒 0 四方の
頻 する 約 よ 点 一 置 と カ 出 の 制 も が て よ る と し
な 0 0 焦 点 一 置 と カ 出 の 制 も が て よ る と し
0 イ 9 タ と カ 出 の 制 も が て よ る と し
マ を 口 位 6 を 検 いる も の も 3 一 主 漏
干 で 投 射 し 検 用 ズ コ の も の て ス 1 を 出 す 構
タ 法 を で よ 出 の お ノ ト フ X、 Y 一 図
成 の の 有 そ 、 座 標 一 同 者
一 も 方 2 第 1 の 明 か、 2 要 っ て
ん が 2 第 1 の 明 か、 2 要 っ て
は 独 立 して 照 3 1 は つ 同 兎 で 両 者 の 波 長
1 ー ザ 光 源 2 1 波 長 λ_1 が え 0 m、
レ ー ザ 光 源 3 1 波 長 λ_2 が え 0 m と
異 な っ て いる。 2、 3 2 は 集 光 レ ン ズ で、 レ ー
ザ 光 源 2 1、 3 1 より 射 出 さ れ た 光 束 を 各 々

で、符号221～226により集光レンズ22を形成している。レーザー光源21は、横(X方向)約1 μ m以下×縦(Y方向)数 μ m～数十 μ mの長方形の発火点211を有しており、発火点211より射出されたレーザー光が、発火点211における回折現象により横(X方向)に広い角度で回折して、第3図に示すような楕円形状の光束212を形成し、また、レーザー光源21は半導体レーザーを使用しているため、通常、Y方向に磁界ベクトルを持つ直線偏光を有しており、さらに、検査視野15にレーザービームを小さく絞り込むためには、レーザー光源21より広い角度でコリメータレンズ221に射出する必要がある。このようなことから、シリンドリカルレンズ224により第2図に示すY'方向が長手方向になるレーザービームを形成し、光路中に1/2波長板222を設けてP偏光のレーザービームを90°回転してS偏光にしている。S偏光にするのは、例えば、入射角 i が約60°の場合、ガラス基板上における反射率が、P偏光の場合より約5倍程度高い(例えば、久保田 広

集光してレチクル6の回路パターン上に照射する。この場合、回路パターンに対する両者の入射角 i は、後述する検出光学系4の対物レンズ41を避けるため約30°より大きくし、また、被検体がベリクル7を装着したレチクル6の場合は、ベリクル7を避けるためにほぼ80°より小さくしなければならないことから、おおよそ30°< i <80°にされる。

上記第1の照明系2および第2の照明系3の詳細な構成例を、第2図および第3図を参照して説明する。第2図は第1の照明系2の構成例を示す図(この場合、第2の照明系3側は同一構成のため省略している)、第3図はレーザー光源21より射出された光束を任意のZ位置でX-Y面に平行に断面した状態を示す斜視図である。図中、第1図と同符号のものは同じものを示す。21は半導体レーザーを使用したレーザー光源である。221はコリメータレンズ、222は1/2波長板、223は凹レンズ、224はシリンドリカルレンズ、225はコリメータレンズ、226は集光レンズ

著、応用光学(岩波全書)第144頁)からで、より小さい異物まで検出することが可能になる。

そして第1の照明系2の照度を高めるため、集光系の開口数(NA)を約0.1にし、レーザービームを約10 μ mまで絞り込んでいるが、この絞り込みにより焦点深度は約30 μ mと短くなり、第2図に示す検査視野15の全域S(約500 μ m)に焦点を合わせることができなくなる。しかし、本実施例においてはこの対策として、シリンドリカルレンズ224を第2図に示すX'軸回りに傾動させ(第2図はすでに傾動した状態を示す)、例えば、入射角 i が60°でも検査視野15の全域Sに焦点を合わせることが可能になっており、後述する信号処理系5の検出器51、551に一次元固体撮像素子を使用した場合に、検査視野15の検査領域が検出器51、551と同様に直線状になっても、該直線状の検査領域を高い照度で、かつ均一な分布で照明をすることが可能になる。

さらに、シリンドリカルレンズ224を第2図に示すX'軸回りに加えて、Y'軸回りにも傾動

させ、照明系1も角検布野直の意全5
向4、照射がで、いで射、検布の直、状ク明
る照と、能でつ、分、4、線、あ照1
を上、高検光可系はあ検、1、学、対物し、レ、フ、ル
8像相対、と、物、レ、ス、3、レ、ン、ズ、の、フ、あ
結、レ、位、置、付、と、光、れ、の、視、5、の、フ、エ
2、レ、ク、ン、6、の、査、束、波、5、の、フ、エ
1、集、光、の、検、れ、視、野、長、分、離、する、そ、外、部
に、換、の、部、置、有、設、ナ、ら、間、4、希、塔、タ、4、射、4、お、お
変、通、線、を、ノ、す、5、空、4、と、4、お、お
よ、透、結、ル、と、上、る、5、1、を、述、する、信、号、処、理
レ、び、ク、ち、検、器、の、イ、ー、野、1、に、結、合、する、よう、に、構、成、
系、の、出、方、の、焦、点、ル、位、レ、ス、を、は、物、タ
ズ、上、の、上、る、電、め、空、間、フ、ル、4
4、4、4、上、に、結、合、す、信、号、処、理、系、5、は、前、記、検、出
器、5、1、5、5、1、と、該、検、出、器、5、1、5、5、1、の、出、力

を2値化処理する第1および第2の2値化回路52, 552と、論理積回路53と、マイクロコンピュータ54と、表示手段55とからなっている。

検出器51, 551は、例えば電荷移動型の一次元固体撮像素子などにて形成され、Xステージ10を走査しながらレチクル6上の回路パターンからの信号を検出するが、この場合、レチクル6上の異物が存在していると、入力する信号レベルおよび光強度が大きくなるため、検出器51, 551の出力も大きくなるように形成されている。なお、前記の如く検出器51, 551に一次元固体撮像素子を用いれば、分解能を維持したまま検出視野を広くすることができる利点を有するが、これに限定されることなく2次元のもの、或いは、単素子のものでも使用可能である。

2値化回路52, 552は、2値化のしきい値が予め設定されており、検出器51, 551から出力された検出したい大きさの異物に相当する反射光強度以上の出力値が入力された場合に、論理レベル"1"を出力するように形成されている。

と回路パターンからの検出力値との関係説明図、第9図は微細構造パターンを有する回路パターンを示す図、第10図は異物および回路パターンコーナー部から検出される検出信号の出力値レベルを示す図である。

第4図(A)において、70は固定手段8によりZステージ9上に固定されたレチクル6上の異物、81は回路パターン80の直線部分、82は回路パターン80のコーナー部である。

レチクル6上を第1の照明系2または第2の照明系3によって斜方より照射し、発生する散乱光を対物レンズ41で集光すると、第5図に示すレチクル6上の回路パターン80と照明系2または3のレチクル6面上への投影像60との位置関係で定義される角度 θ が 0° のときの角度パターン(以下 0° パターンという)の面折光は、対物レンズ41のフーリエ変換面上では第6図(a)に示すように帯状に表れる。ここで前記回路パターン80の角度 θ の種類は、 0° , 45° , 90° の角度パターンに限られていて、第4図(A)に示すよ

と回路パターンからの検出力値との関係説明図、第9図は微細構造パターンを有する回路パターンを示す図、第10図は異物および回路パターンコーナー部から検出される検出信号の出力値レベルを示す図である。

第4図(A)において、70は固定手段8によりZステージ9上に固定されたレチクル6上の異物、81は回路パターン80の直線部分、82は回路パターン80のコーナー部である。

レチクル6上を第1の照明系2または第2の照明系3によって斜方より照射し、発生する散乱光を対物レンズ41で集光すると、第5図に示すレチクル6上の回路パターン80と照明系2または3のレチクル6面上への投影像60との位置関係で定義される角度 θ が 0° のときの角度パターン(以下 0° パターンという)の面折光は、対物レンズ41のフーリエ変換面上では第6図(a)に示すように帯状に表れる。ここで前記回路パターン80の角度 θ の種類は、 0° , 45° , 90° の角度パターンに限られていて、第4図(A)に示すよ

うに 4.5° および 9.0° のパターンからの回折光(b),(c)は、対物レンズ41の瞳に入射しないため、検出に影響を及ぼすことがない。一方、異物70からの散乱光は、方向性が無いため第6図(e)に示すようにフーリエ変換面上の全面に広がる。このため、フーリエ変換面上に帯状の遮光部と、その外部に透過部とを有する空間フィルタ44, 444を配置して、第4図(A)に示す 0° パターンからの回折光(a)を遮光することにより、異物70を回路パターン80と弁別して検出することが可能となる。

この構成により高NA検出光学系が初めて実現でき、NAを0.5に選んだ場合、その開口面積は、低NA検出光学系の約20倍にもできる。

但し、回路パターンコーナー部分(第4図(D)に示す。)からの散乱光は、直線状の空間フィルタでは十分に遮光しきれない。このため従来のような $10 \times 20 \mu\text{m}^2$ の検出面素で検出を行った場合(第4図(B)に示す。)、面素中に複数のパターンコーナー部分からの散乱光が入射してしまい、

異物だけを検出することが出来ない。

そこで本発明では、検出器の面素を $2 \times 2 \mu\text{m}^2$ にまで高分解能化し(第4図(C)に示す。)、回路パターンからの影響を極力排除、 $0.5 \mu\text{m}$ の異物検出を可能とした。またここで、検出器の面素を $2 \times 2 \mu\text{m}^2$ と設定したが、この理由は以下に述べるものであり、必ずしも $2 \times 2 \mu\text{m}^2$ である必要はない。

この場合の面素の寸法は、レチクル上の最小パターン寸法Lよりも小さければ良い。

従って、 $0.8 \mu\text{m}$ プロセスLSIを縮小率1/5のステップで露光する場合のレチクルでは、おおむね $0.8 \times 5 = 4 \mu\text{m}$ 、 $0.5 \mu\text{m}$ プロセスLSIではおおむね $0.5 \times 5 = 2.5 \mu\text{m}$ よりも小さい面素で検出すれば良い。

また、実際にはパターンコーナーを十分に小さくできる値であれば、さらに大きくても、小さくても良い。

具体的には、検査対象となるレチクル上の最小パターン寸法程度が望ましい。この最小パターン

より完全に遮光することが出来ず第6図(d)に示すようになる。このため、一つの検出器51または551に複数のコーナー部82からの回折光が入射すると、検出器51または551の出力Vが増大して、異物70との弁別検出ができなくなる。第8図はこの状態を示したもので、複数のコーナー部82からの検出出力値822が単一のコーナー部82からの検出出力値821に比べて高い値になり、図に示す点線90のレベルで2値化したのでは、異物70からの検出出力値701を分離して検出することができないことを示している。

上記第8図にて説明した不具合点の対策として本発明では、レチクル6上の検査視野15を対物レンズ41、結像レンズ45、445等を介して検出器51、551に結像するように構成し、検出器51、551の寸法と結像倍率を選択することにより、レチクル6面上における検出視野15を任意の寸法(例えば $2 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$)に設定し、簡易な検出光学系4でありながら複数のコーナー部82からの回折光が検出器51、551に同時

より完全に遮光することが出来ず第6図(d)に示すようになる。このため、一つの検出器51または551に複数のコーナー部82からの回折光が入射すると、検出器51または551の出力Vが増大して、異物70との弁別検出ができなくなる。第8図はこの状態を示したもので、複数のコーナー部82からの検出出力値822が単一のコーナー部82からの検出出力値821に比べて高い値になり、図に示す点線90のレベルで2値化したのでは、異物70からの検出出力値701を分離して検出することができないことを示している。

上記第8図にて説明した不具合点の対策として本発明では、レチクル6上の検査視野15を対物レンズ41、結像レンズ45、445等を介して検出器51、551に結像するように構成し、検出器51、551の寸法と結像倍率を選択することにより、レチクル6面上における検出視野15を任意の寸法(例えば $2 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$)に設定し、簡易な検出光学系4でありながら複数のコーナー部82からの回折光が検出器51、551に同時

第10図に示すように、2値化回路52と55-2にしきい値91を設定すると、しきい値91以上の値は、異物70の検出出力値701, 702と、回路パターン1の検出出力値861, 863, 874, 875となるが、これら回路パターンからの2値化出力は、2値化回路52または55-2のいずれか一方からのみの出力となるため、論理積回路53からは出力されず、従って異物70

上記第8図から、同一の回路パターンでも照射される方向により回折光の出力が大きく異なることが判明し、しかも、レチクル6面上を 180°

第12図に従来装置での問題点について示す。
レチクル上の異物検査装置においては、レチクル上に形成された回路パターンからの回折光を除去し、異物からの散乱光だけを検出する方式が、技術の重要なポイントとなる。

そのため、散乱光の偏光状態を解析する方式、複数の検出器の出力を比較する方式などが開発・実用化されている。しかし、そのいずれもが回路パターンから発生する散乱光の影響を避けるため、NA0.1程度の開口の小さな光学系を回路パターンからの散乱光を避けた斜方に配置している。このような構成では、後で述べる理由により、不規則な形状の異物を見逃しやすいという問題を生ずる。

ここで用いたNAとは、レンズの開口径と対象物体までの距離で決まる。レンズの特性を表現する数値で、具体的には、右に示す図中の θ を用いて、 $NA = \sin \theta$ で求められる数値である。

もう一つの問題点は、回路パターンの微細化に対応し、各種検査技術で補助的に用いられたしたパターン除去技術である。これらの多くは、検査中に回路パターンを見つけると、自動的に異物検出器の検出感度を下げる方式をとっている。このような方式には、回路パターンの誤検出を減らす一方で、パターンエッジ近傍の異物を見逃してし

まう問題が発生する。

それでは、以下に、これら2つの問題点に対する、本発明の解決策を述べる。

第14図中の写真1004、1005は、異物へレーザを照射したときに発生する散乱光を上方より観察したものである。この写真で注目すべきことは、異物からの散乱光(e)が方向性をもって分布していることである。このため、従来型の低NA検出器1001では、検出器の設置位置を適正にしないと、異物から発生する散乱光(e)がうまく具合に低NAの光学系に入射するとは限らず、見逃しが発生する。しかも、これらの散乱光の分布の具合は異物の大きさや形状により異なるため、すべての異物に対し、低NAの光学系を適正に配置することは事実上不可能である。

このことを実験的に測定した結果を第13図に示す。

異物を入射角 60° のレーザ光で照明した場合の散乱光分布を、NAの低い(0.1)検出光学系1001、1002で検出角を変えながら、上記

異物からの散乱光レベルを測定して示した。この図は、点A1001では検出レベルが検出しきい値を超えているのに対し、点B1002では検出しきい値を超えず検出できないことを示している。実異物の散乱光分布は一定していないため、A、Bのような低開口数の検出方式では検出性能が安定しないことを示す。

そこで本発明では、開口の大きな高NA検出光学系41により様々な散乱光分布を持つ異物からの散乱光を有効に集光することを考案した。

レーザ21、集光レンズ22、対物レンズ41、フィールドレンズ43、空間フィルタ44、結像レンズ45、検出器51で第15図のように構成された装置により、レチクル6上の異物70を検出する際の本発明の効果を第16図に示す。

評価試料には、 $0.5 \mu\text{m}$ LSIである16MDRAMのレチクル5枚を用いた。

図では、5枚のレチクルで検出された異物の合計を縦軸に、検出された異物の寸法を横軸に示している。また、検出された異物のうち従来技術で

も検出された異物については色を変えて示してある。

従来技術の検出能力は、 $0.8 \mu\text{m}$ とされていた。このため、 $1 \mu\text{m}$ より小さい異物の領域で検出能力に本発明との差が存在するのは理解できる。しかし、 $1 \mu\text{m}$ より大きな異物の領域においても、本発明は、大幅な検出個数の向上がみられている。その検出率は、従来技術の検出個数の比で約9倍にもなる。

これは本発明が採用した高NA検出光学系が不規則な形状の異物に良く対応し、異物からの散乱光を安定して検出しているためと考えられる。

次に回路パターンエッジに付着した異物に対する検出状況について説明する。第16図の検出異物を異物の付着位置別に分類した結果第17図に示す。付着位置は、レチクルの回路パターン面を、ガラス部分(透過部分)とクロム部分(遮光部分)、そして両者の境界部分であるエッジ部分の3領域に分類した。このうちエッジ部分は最も異物付着の影響を大きく受け、クロム部分の異物はクロム

部分上に留まる限り転写に影響を及ぼさない。

転写に最も影響を及ぼす、即ち、最も検出の必要性を有するエッジ部の異物に対する検出性能が向上していることは第17図より明らかである。

ここで述べたクロム部分上の異物を問題にしないという発想を用いると、第18図の様な構成でも可能となる。

この場合、クロム部分上の異物の検出を行うことはできないが、転写不良に影響する、ガラス部分、エッジ部分の異物からの散乱光は透明な基材であるレチクルを通して行うことができる。

この構成の利点としては、第19図に示す様な断面を持ったレチクルへの対応がある。

第19図中のレチクルでは、クロムパターン間に、転写解像度の向上を目的とした位相シフター膜が設けられている。この膜は、透明だが、クロムパターン(厚さ0.1 μ m程度)の数倍の大きさの構造を有しているため、膜のエッジ部1006からの回折光は、クロムパターン・エッジ部からの回折光と比較して大きなものとなる。

しかし、第18図の様に検出系を下方に設けた構成では、位相シフター膜から発生する回折光は、レチクル自身のクロムパターンに遮光され、検出系には入射せず、異物の検出に影響を及ぼさない。

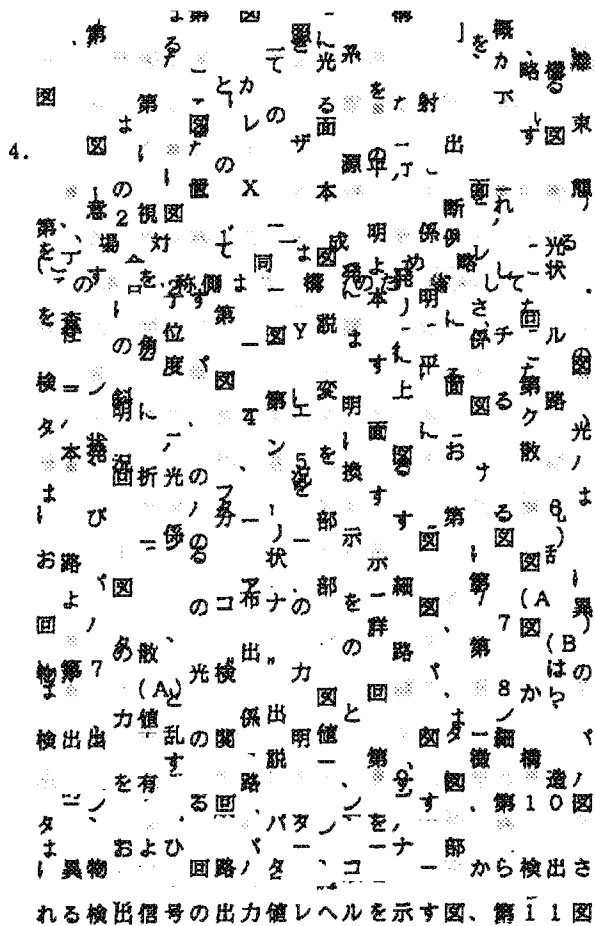
また、ここでは、レチクルと照明系21および対物レンズ41を図に示した配置にしているが、

本発明の目的は、クロム部分上に配置された位相シフター1003のエッジ部1006からの散乱光をクロムパターンを利用して遮光すれば、達成できるものである。従って、照明系21、対物レンズ41がレチクル6に対して、それぞれ反対側にあれば良いため図20の構成であっても良い。

ただし、位相シフター1003は厚みがあるため、斜方照明の場合、図20の構成では、照明できない部分1007が生じるため、図18の構成の方が良い。

〔発明の効果〕

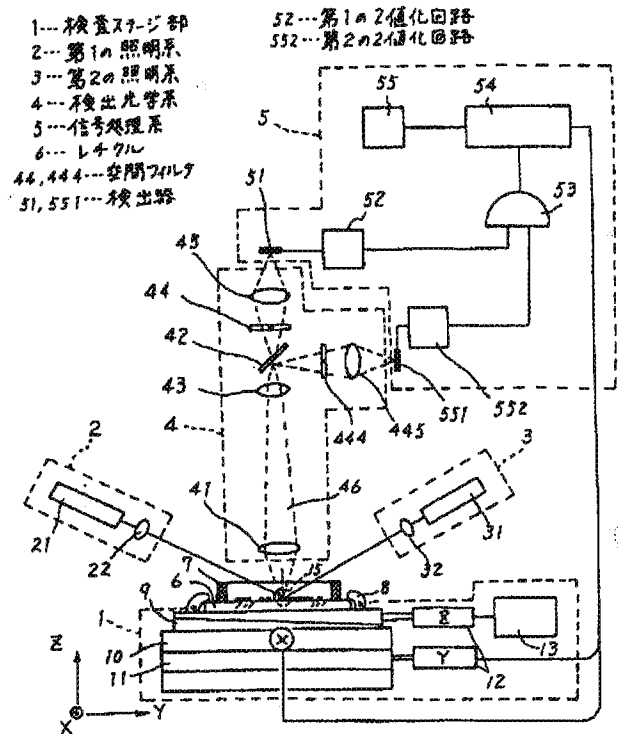
本発明は、以上説明したように構成されているので、レチクル等の回路パターン上に付着したサブミクロンオーダーの微細な異物を、主として光



は従来技術で見逃した異物の実例を示す図、第12図は従来技術の課題を説明するための図、第13図は従来技術の課題を説明するための図、第14図は本発明に係る高NA光学系を用いて異物からの散乱光を検出した図、第15図は第1図に示す本発明の構成要素の主要部を示した図、第16図は検出異物寸法に対する検出異物個数を本発明と従来技術と各々の場合について示した図、第17図は本発明による検出異物を異物の付着位置別に分類して示した図、第18図は本発明の他の一実施例を示した概略構成図、第19図は本発明に係る移送シフター膜付レチクルからの散乱光・回折光を示す図、第20図は更に本発明の他の一実施例を示した概略構成図、第21図は異物からの散乱光強度の理論値をレーザ光の波長 λ 、異物の粒径Dによる無次元数 $\pi D/\lambda$ について示した図、第22図は異物からの回折光の方向を示す図、第23図は光学系のNAの定義を示した図、第24図は異物からの散乱光強度に比例する散乱断面積を異物径dに対して示した図である。

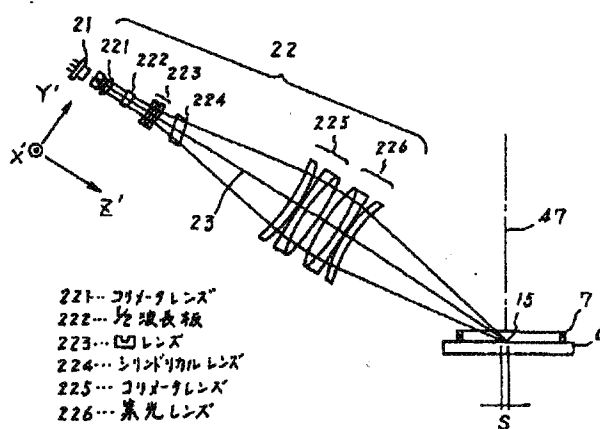
1…検査ステージ部、2…第1の照明系、3…第2の照明系、4…検出光学系、5…信号処理系、6…レチクル、9…Zステージ、10…Xステージ、11…Yステージ、21、31…レーザ光源、44、444…空間フィルタ、51、551…検出器、52…第1の2値化回路、552…第2の2値化回路、53…論理積回路、70…異物、80…回路パターン、221…コリメータレンズ、222…1/2波長板、223…凹レンズ、224…シリンドリカルレンズ、225…コリメータレンズ、226…集光レンズ。

第1図

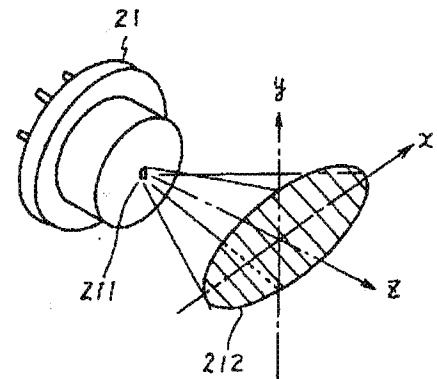


代理人弁理士 小川 勝 男

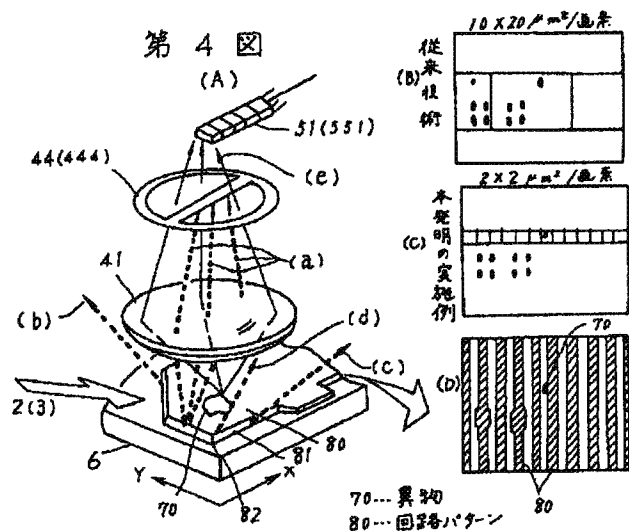
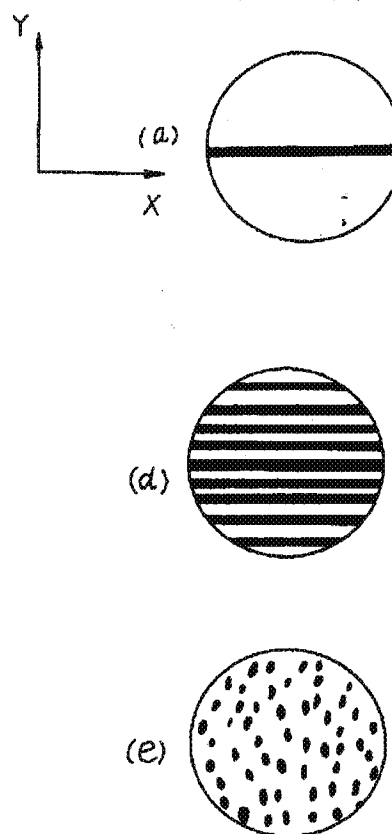
第2図



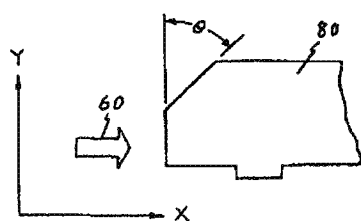
第3図



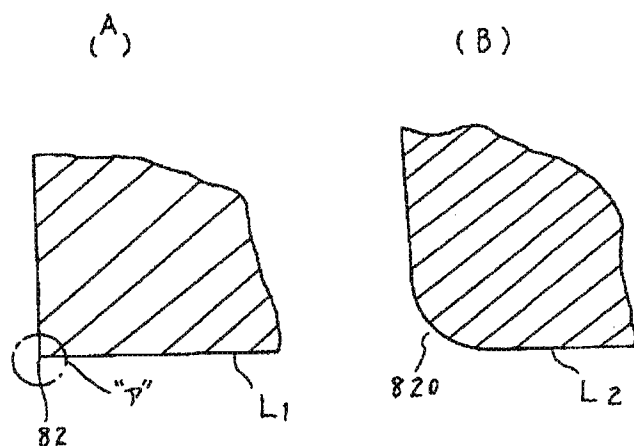
第 6 図



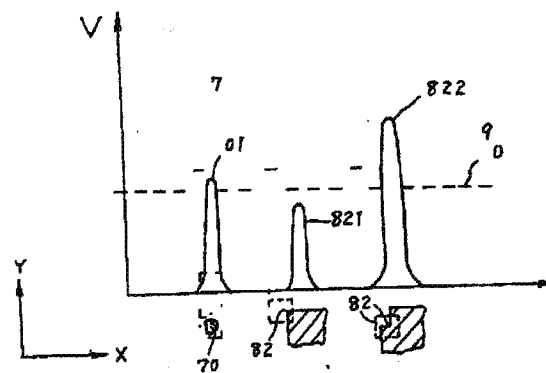
第 5 図



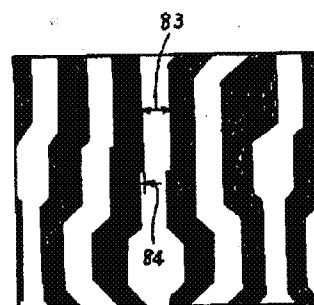
第 7 図



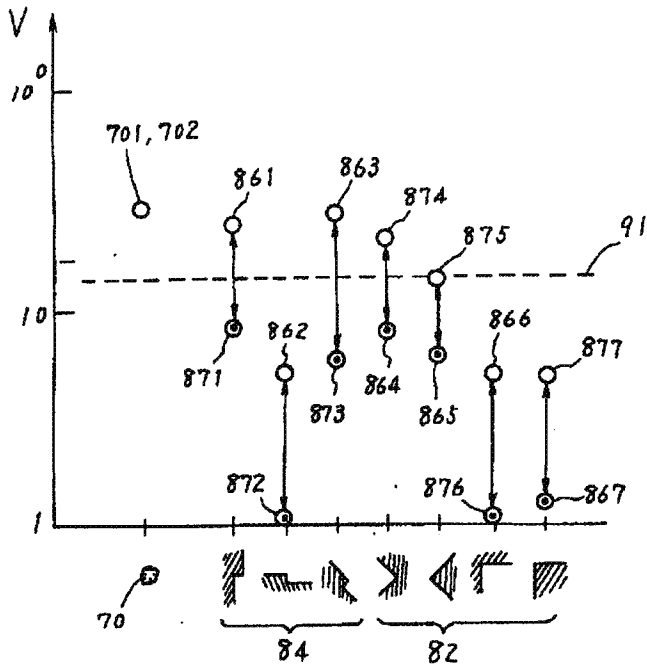
第 8 図



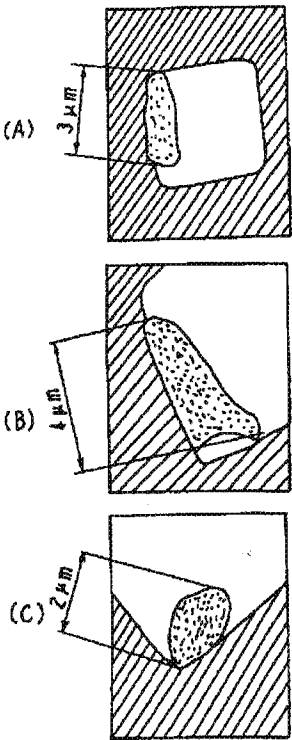
第 9 図



第10図



第11図



第12図

異物検出技術		
検出性能	散乱光検出技術	パターンエッジ除去技術
0.8 μm	低NA斜方光学系 レーザー照明	偏光差動検出方式
1.0 μm	回路パターンからの回折光	多方向検出比較方式

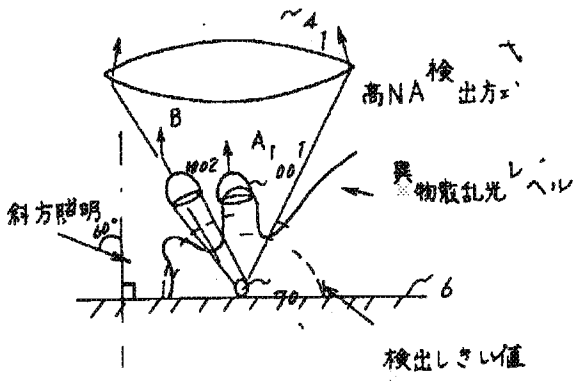
高NA

低NA

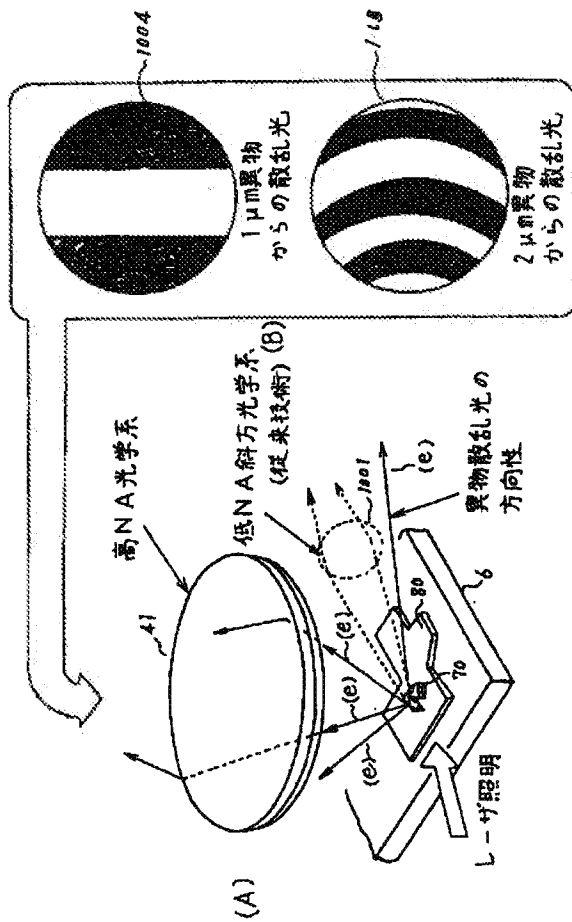
不規則形状の異物を見逃す

パターンエッジ近傍の異物を見逃す

第13図



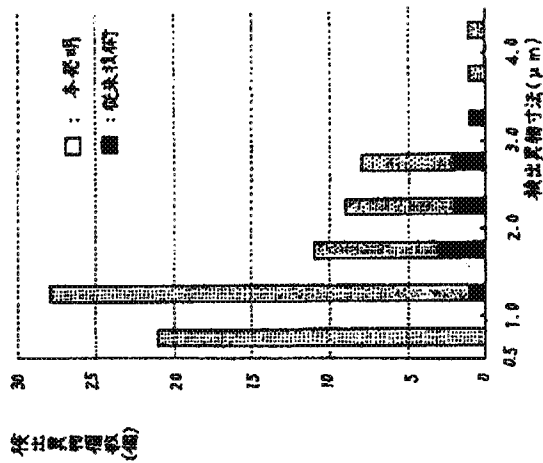
第 14 図



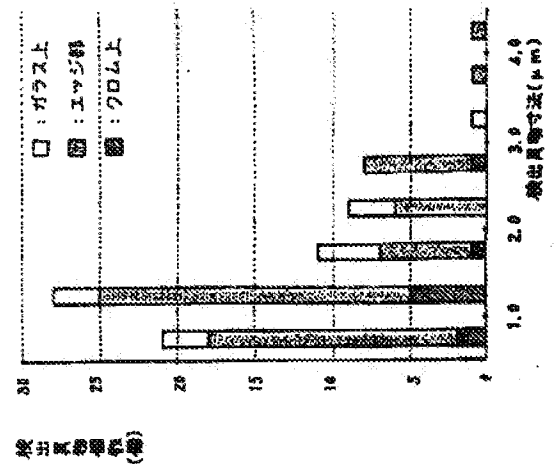
1μm以上の領域で
検出個数が大幅に向上
⇒ 検出率9倍

評価試料：
16MDRAMレチクル5工程

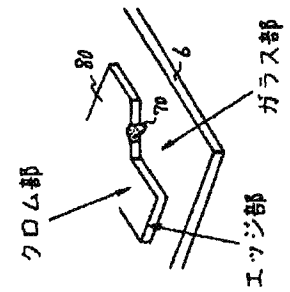
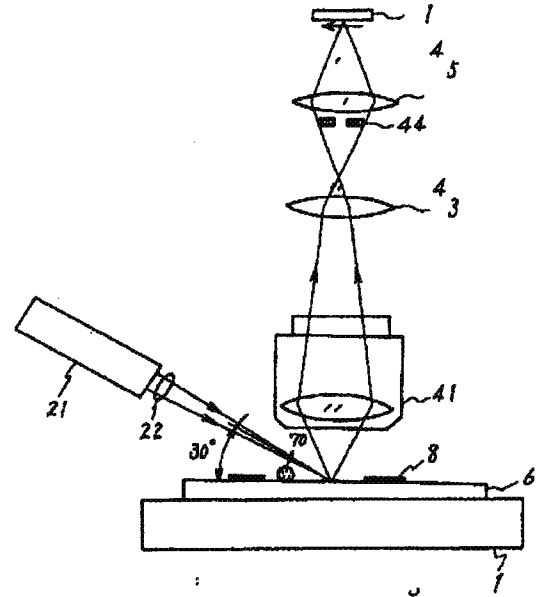
第 16 図



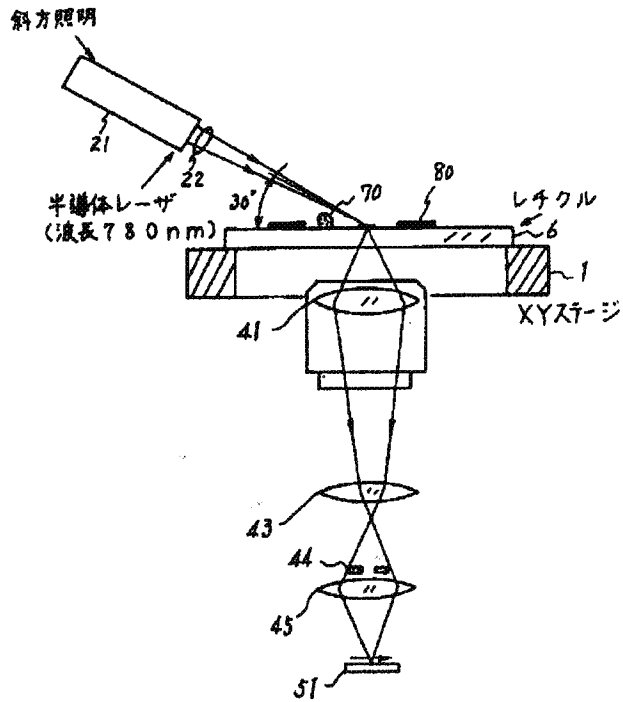
第 17 図



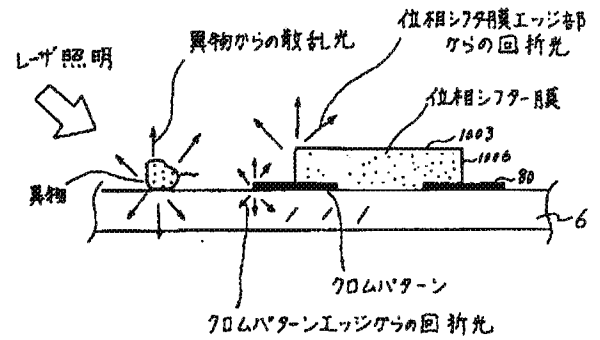
第 15 図



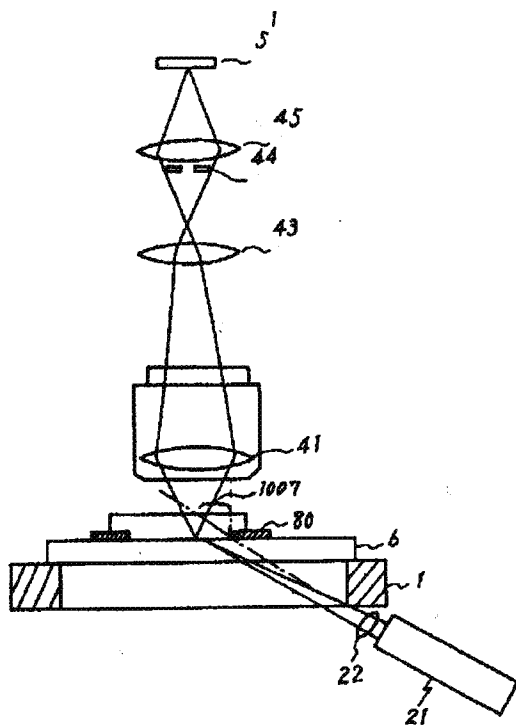
第 18 図



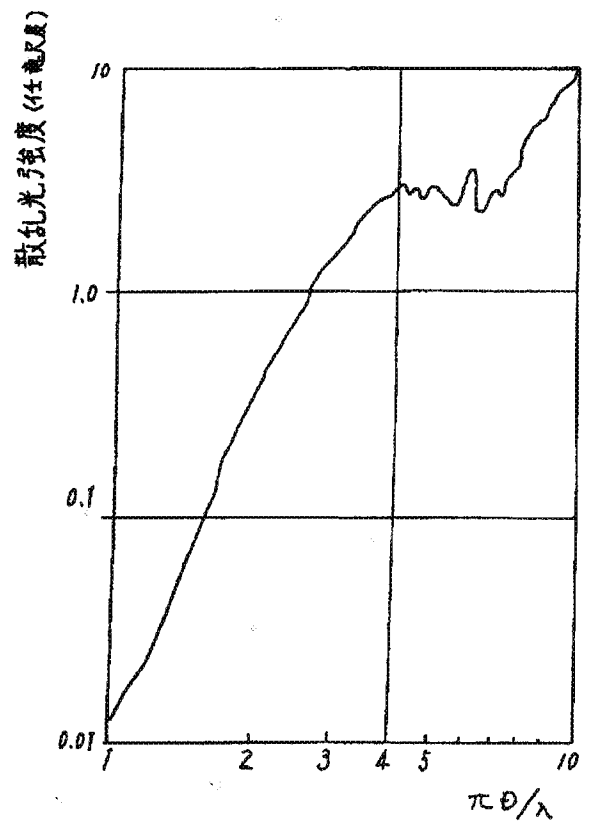
第 19 図



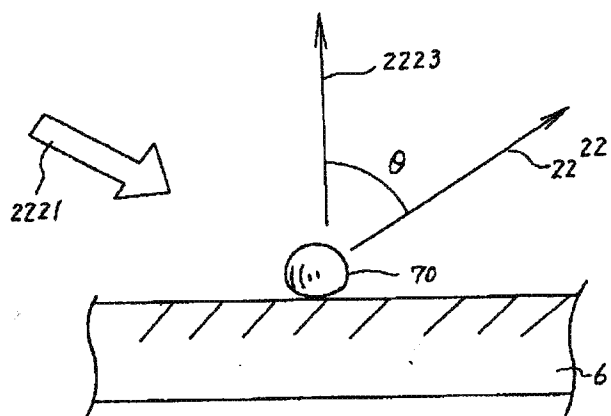
第 20 図



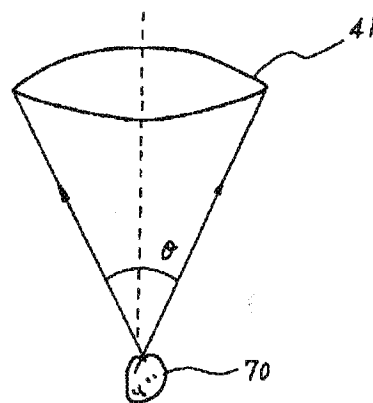
第 21 図



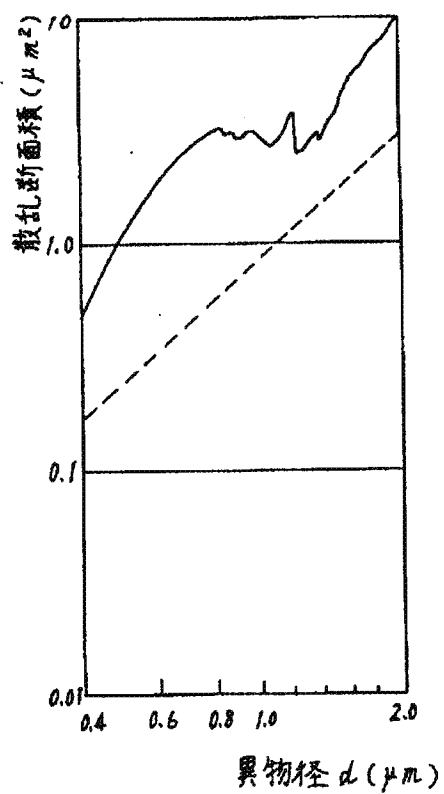
第 22 図



第 23 図



第 24 図



ム、マ、6、部年1、9の1定よ正の掲載
 【年番】平特11、区2
 【出日数】成開(2)5月10日
 【通開分】年4、9、2、4、2、8日
 【開N中】特奇大報1272
 【OF-2】平2-247097
 【際特】1/類第6版
 01L
 H3 1/66
 2

【1】
 E
 【101N 1/88
 2
 S
 GOF 1/08
 3
 J
 MOEL 21/66
 2

特許庁 補正
 特許庁長官 9月9日
 特許第1111111号
 正誤表
 第7頁
 第10頁
 第11頁
 第12頁
 第13頁
 第14頁
 第15頁
 第16頁
 第17頁
 第18頁
 第19頁
 第20頁
 第21頁
 第22頁
 第23頁
 第24頁
 第25頁
 第26頁
 第27頁
 第28頁
 第29頁
 第30頁
 第31頁
 第32頁
 第33頁
 第34頁
 第35頁
 第36頁
 第37頁
 第38頁
 第39頁
 第40頁
 第41頁
 第42頁
 第43頁
 第44頁
 第45頁
 第46頁
 第47頁
 第48頁
 第49頁
 第50頁
 第51頁
 第52頁
 第53頁
 第54頁
 第55頁
 第56頁
 第57頁
 第58頁
 第59頁
 第60頁
 第61頁
 第62頁
 第63頁
 第64頁
 第65頁
 第66頁
 第67頁
 第68頁
 第69頁
 第70頁
 第71頁
 第72頁
 第73頁
 第74頁
 第75頁
 第76頁
 第77頁
 第78頁
 第79頁
 第80頁
 第81頁
 第82頁
 第83頁
 第84頁
 第85頁
 第86頁
 第87頁
 第88頁
 第89頁
 第90頁
 第91頁
 第92頁
 第93頁
 第94頁
 第95頁
 第96頁
 第97頁
 第98頁
 第99頁
 第100頁

2. 図1の構成要素は、以下に示す通りである。
 図1は、本発明の一実施形態を示す概略図である。
 図1に示すように、本発明は、光源部1、光学系2、検出部3、制御部4、および電源部5から構成される。
 光源部1は、光源素子11と駆動回路12とを有する。
 光学系2は、レンズ21、ミラー22、および光導波路23を有する。
 検出部3は、光検出素子31と信号処理回路32とを有する。
 制御部4は、制御回路41と記憶装置42とを有する。
 電源部5は、電源素子51と電源制御回路52とを有する。
 本発明は、光源部1、光学系2、検出部3、制御部4、および電源部5を有する。
 図1に示すように、本発明は、光源部1、光学系2、検出部3、制御部4、および電源部5から構成される。
 光源部1は、光源素子11と駆動回路12とを有する。
 光学系2は、レンズ21、ミラー22、および光導波路23を有する。
 検出部3は、光検出素子31と信号処理回路32とを有する。
 制御部4は、制御回路41と記憶装置42とを有する。
 電源部5は、電源素子51と電源制御回路52とを有する。
 本発明は、光源部1、光学系2、検出部3、制御部4、および電源部5を有する。

光の波長を一定に保ち、その光を、高圧の電場を通過させる。このとき、光の波長は、電場の強度によって変化する。この現象を、光のドップラー効果と呼ぶ。この効果を利用して、光の波長を測定することができる。また、光の波長を一定に保ち、その光を、高圧の電場を通過させる。このとき、光の波長は、電場の強度によって変化する。この現象を、光のドップラー効果と呼ぶ。この効果を利用して、光の波長を測定することができる。

光の波長を一定に保ち、その光を、高圧の電場を通過させる。このとき、光の波長は、電場の強度によって変化する。この現象を、光のドップラー効果と呼ぶ。この効果を利用して、光の波長を測定することができる。

以上

光の波長を一定に保ち、その光を、高圧の電場を通過させる。このとき、光の波長は、電場の強度によって変化する。この現象を、光のドップラー効果と呼ぶ。この効果を利用して、光の波長を測定することができる。

光の波長を一定に保ち、その光を、高圧の電場を通過させる。このとき、光の波長は、電場の強度によって変化する。この現象を、光のドップラー効果と呼ぶ。この効果を利用して、光の波長を測定することができる。

を形成した光透過性基板に照射し、該レーザービームの照射により前記光透過性基板を透過した光を光学系を介して検出し、該検出した前記光透過性基板を透過した光に基づいて前記光透過性基板上の異物を判定する異物検査方法であって、前記レーザーの波長を λ 、検出する鏡の径の寸法を d としたときに、前記光透過性基板を透過した光を、 NA が $0.24 \times (\lambda/d)$ 以上である光学系の集光レンズを介して検出することを特徴とする異物検査方法。

12. レーザー光源からレーザービームを照射して検出台上に搬送した試料に該試料に対して相対的に走査しながら照射し、該レーザービームの照射により該試料から発射する光を光学系を介して検出し、該検出した前記試料から発射した光に基づいて前記試料上の異物を判定する異物検査方法であって、前記光学系の焦点位置を検出し、該検出した光学系の焦点位置と該試料の真下の相対的な位置を制御しながら前記レーザービームを該試料に対して相対的に走査して照射することを特徴とする異物検査方法。